

日本における大気中ダイオキシン類濃度の推移と国際比較

－今後の適正監視の方向性を視野に－

池田こみち（環境総合研究所）

1. 背景と目的

平成7年頃から専門家間で問題視され始めた廃棄物の焼却炉から排出されるダイオキシン類による汚染は、平成11年の所沢のほうれん草汚染問題をピークに大きな社会問題に発展した。その後、同年暮には全党合意による議員立法として「ダイオキシン類対策特別措置法」（以下ダイオキシン特措法と略称する）が制定され、この4年間、我が国のダイオキシン対策は大きく前進した。化学物質の中でも最も毒性が強いとされるダイオキシン類の90%以上は食べ物を經由して体内に摂取されるが、焼却炉の数が世界で最も多い（平成15年末時点で約1,260炉）我が国においては、焼却炉の密度も高く空気を経由し、呼吸器から摂取する割合も看過できない。ダイオキシン特措法では、はじめてダイオキシン類の環境基準が大気、土壌、公共用水域の水質について設定されたが、世界的にみても、大気中のダイオキシン類濃度に関する基準値を設定している国はなく、それだけ当時の日本国内の大気中ダイオキシン類濃度は高濃度であったことが窺える。法律が施行されて4年が経過し、日本の大気中ダイオキシン類はどう変化してきたのか、また国際的に比較してみるとどのようなレベルにあるのかを検証してみたい。

2. 我が国における大気中ダイオキシン類濃度のモニタリング実態

大気中ダイオキシン類濃度のモニタリングは、平成9年4月に施行された改正大気汚染防止法に基づき、同年度から全国地方公共団体により実施されてきた。また、国においては、旧環境庁が平成10年度に「ダイオキシン類全国緊急一斉調査」として、大気、公共用水域水質・底質、地下水質及び土壌について実施している。その後、平成12年1月にダイオキシン特措法が施行され、都道府県知事及び政令指定都市の長は、環境基準が設定された大気、土壌、公共用水域水質（底質を含む）について汚染の状況を常時監視し、環境大臣に報告することが義務づけられた。図2-1には、測定が開始された平成9年度以降の大気中（一般環境）のダイオキシン類の濃度推移を示している。

測定方法は、年に2回（夏・冬）以上、定められた方法¹により24時間大気をサンプリングして濃度を測定分析することとなっており、平成15年度についてみると、夏・冬の年2回以上調査された検体数は2,833にも昇っている。

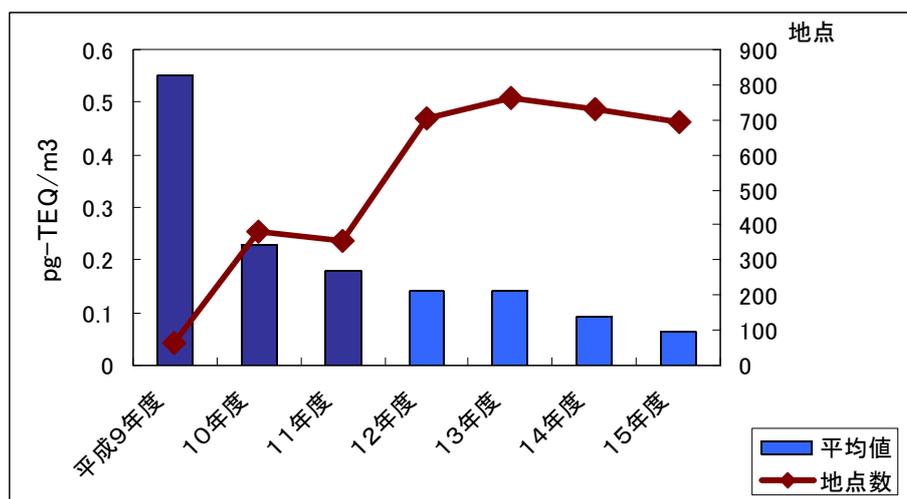


図2-1 一般環境大気中ダイオキシン類濃度の推移と測定値点数

出典：平成15年度 ダイオキシン類に係る環境調査結果、平成16年9月、環境省

¹ 「ダイオキシン類に係る大気環境調査マニュアル」は、平成13年8月、環境省環境管理局総務課ダイオキシン対策室、大気環境課が公表。その後、平成14年度調査からは、一部自治体において、24時間サンプリングを1週間連続サンプリングに切り替えた調査が実施されている。

図より濃度変化を見れば、平成9年度以降、順調に低下改善されているように見えるが、ダイオキシン特措法制定以前の平成12年度以前は、測定地点も少なく、また、平成10年度以前については、

測定項目も法定の3物質（ポリ塩化ジベンゾパラジオキシン（PCDD）、ポリ塩化ジベンゾフラン（PCDF）、コプラナーポリ塩化ビフェニール（Co-PCB））を測定しておらず、PCDD及びPCDFのみの調査であること、かつ毒性等量の算出方法が異なること、同一地点の調査ではないこと、といったばらつきがあり、単純な経年変化として見ることはできない。

肝心の環境基準値（年間平均値として0.6pg-TEQ/m³以下）の適合状況をは、全国平均レベルでは、十分に満たしていることがわかるが、基準値が年間平均として定められている一方で、実際には、年間2回以上の測定があれば、年間平均値を環境基準により評価するとしている。この点については、年2回（最低2日間）の測定で年間平均値を算出することの妥当性をめぐり専門家や市民グループから疑問が呈され、膨大な公費を投じて測定されたものが果たして評価に耐える値なのかどうか議論されるようになった。

3. 松葉を生物指標とした継続的な長期広域平均濃度の監視

そうした中、平成11年度から市民参加による松葉（クロマツの針葉）を指標とした大気中の長期広域平均のダイオキシン類濃度監視活動が実施されている。特に九州全県及び山口、広島、岡山の各県内では、生協の組合員活動の一環として、市町村単位を対象に、同一エリアについての広域的長期的な大気中ダイオキシン類濃度の監視活動が展開されてきた。その結果は、平成16年9月にベルリンで開催された「第24回ハロゲン化有機汚染物質及びPOPsに関する国際シンポジウム（Dioxin2004）」において筆者らが報告を行った。

図3-1には、平成9年度から15年度までの行政による大気監視データ全国平均濃度（一般環境）と平成11年度から継続してきた九州・中国エリアのクロマツの針葉による年1回の測定結果とを比較したデータを示した。

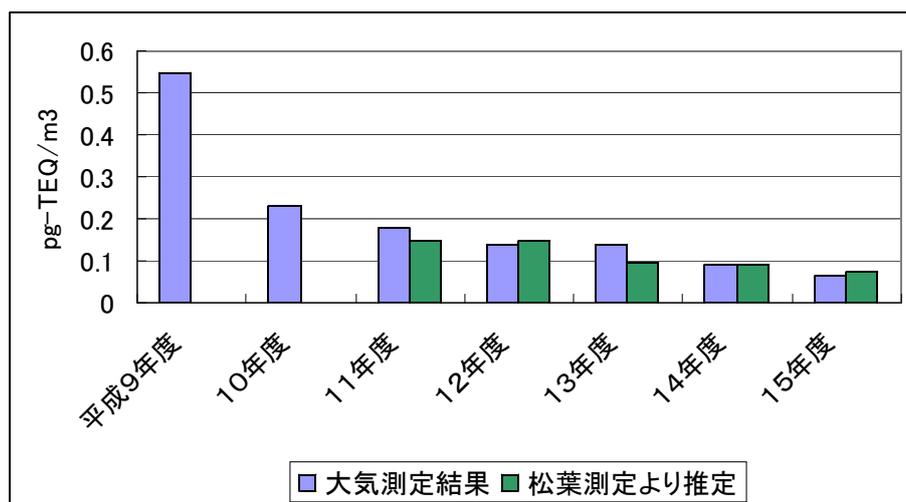


図3-1 大気測定データと松葉測定データの比較

出典：Citizen Participatory Dioxin Monitoring Campaign by Pine Needles as Biomonito of Ambient Air Dioxin Pollution, Komichi Ikeda et.,al, Environemntal24th International Symposium on Halogenated Environmental Organic Pollutants and POPs, Berlin, 2004.9 Proceedings, Vol.66, pp18-25

図より、測定方法とエリアはことなるものの、九州・中国エリアの広域平均濃度は、毎年約700地点もの地点で2500検体にも及ぶ大気サンプルを測定している結果と比較して極めて類似性の高いデータとなっていることがわかる。国内の状況を見る限り、この数年で大気中ダイオキシン類濃度は順調に改善されてきているようであるが、依然として1,300近くもの焼却炉が稼働している日本の大気は、国際的にはどのようなレベルにあるのか、ダイオキシン2004に報告された各国の論文から比較してみることにする。

4. 大気中ダイオキシン類濃度－世界の状況

各国の大気中ダイオキシン類濃度について、90年代前半のデータを表4-1に示す。表より、およそ10年前の時点で、焼却炉に依存しないアメリカ国内や、EU内の郊外や農村部などでは、0.01～0.20pg-TEQ/m³レベルの濃度となっており、当時の日本国内と比べて大幅に低いことがわかる。

2004年9月にベルリンで開催された第24回ダイオキシン会議においては、環境レベル分科会にお
表4-1 各国のダイオキシン類環境濃度比較(90～96年当時)

国名	地域	濃度 (pg-TEQ/m ³)
日本	工業地域近傍住宅地	1.00 (0.38 ~ 1.67)
	大都市地域	1.02 (0.30 ~ 1.65)
	中小都市地域	0.82 (0.05 ~ 1.56)
	バックグランド地域	0.07 (0.05 ~ 0.10)
アメリカ	都市地域**	0.09
	バックグランド地域*	0.095
ドイツ	都市・工業地域**	0.12
	郊外地域**	0.09
	農村地域*	0.025 ~ 0.070
	バックグランド地域**	0.013
スウェーデン	都市地域**	0.024
	郊外地域**	0.013
	農村地域**	0.0044
オランダ	都市・工業地域**	0.080
	農村地域*	0.025 (0.010 ~ 0.040)
	未汚染郊外地域**	0.015
カナダ	農村地域*	0.20 (0.030 ~ 0.91)
オーストラリア	発生源周辺**	1.2

いて、いくつかの興味深い報告が行われたので、その中から大気濃度に関連する発表をもとに、日本の現状との比較を行ってみる。大気中濃度については、ほとんどの国が fg (フェムトグラム：pg の 1/1000 の単位) で表記しているが、本論では pg-TEQ/m³ に統一している。
表4-2には最新の全国平均値と東京都内の測定値を示した。

表4-2 平成15年度測定値
単位：pg-TEQ/m³

地域	濃度
日本全国平均	0.064
東京都全平均	0.067
区部平均	0.069
多摩部平均	0.064

出典：東京都資料より作成 ERI

出典：日本 平成8年度環境庁大気保全局大気規制課調査結果より作成

外国 * A.K.D.Liem and J.A.Zorge:Environmental Science & Pollution Research.2(1),1995

** A.K.D.Liem et al., Integrated Criteria Document Dioxines, 1993.12 より作成

4-1 各国の大気中ダイオキシン類濃度の状況

1) デンマーク

デンマークコペンハーゲンの首都周辺地域について、PCDD/PCDFのバックグランド濃度を把握する目的でデンマーク・ダイオキシン監視プロジェクトが展開されている。都市部、農村部及び住宅地の濃度とともに、地域の発生源からの影響と長距離の移流について検討が行われた。季節別では、夏期(6月)が最も低く、冬期(2月～3月)が最も高濃度となった。コペンハーゲン都市部と北におよそ30km離れた農村部 Fredensborg とは同程度の濃度であったが長距離の移流による影響は、農村部の位置によって大きく異なった。冬期の暖房期には、コペンハーゲンから西に30kmの農村部 Gundsomagle で高濃度となっており、冬期の暖房時期と重なっていた。これは、同時期PAH濃度が高いことと符合しており、家庭の暖房に木材ストーブが使われていることがダイオキシン類の主要な発生源となっていることを示唆している。

表4-2 地点別大気濃度 単位：pg-TEQ/m³ (I-TEQ)

	農村部(北30km) Fredensborg	都市部 Copenhagen	農村部(西30km) Gundsomagle
平均	0.0231	0.0246	0.0706
最低	0.0045	0.0068	0.0089
最高	0.0867	0.0442	0.1799

年間平均値は0.002～0.0583の範囲にあり、2001年のアメリカのNDAMNのモニタリング結果の範囲に収まっている。
*NDAMN(National Dioxin Air Monitoring Network)

2) スペイン

カタルーニャ地方で10年間にわたり29地点でPCDD/PCDFの継続的な観測が行われた。高濃度が見られた地域は、工業地域で0.005～1.2pg-TEQ/m³(平均値0.14)であった。都市部では、0.008～0.62pg-TEQ/m³(平均値0.11)で、都市近郊は0.007～1.2pg-TEQ/m³(平均値0.12)であった。都市部では、自動車の排気ガスの影響が大きいものと思われる。農村地域は、0.005～0.045pg-TEQ/m³(平均値0.028)、バックグランド濃度は、0.008～0.028の範囲にあることが分かった。地域別のこうした傾向は、PM10やTSPについても見られた。

3) 台湾

2002～2003年度の大気中ダイオキシン濃度(PCDD/PCDF)について測定した結果が報告された。2002年8月から2003年11月にかけて、全国を4ブロックに分けて一般環境濃度を測定し、国立公園地域、工業地域との比較も行っている。その結果、最高濃度は、2003年5月に、最低濃度は同6月に観察された。一般環境大気平均濃度は0.089、自然公園は0.019、工業地域は0.095pg-TEQ/m³、全平均濃度は、0.06～0.13pg-TEQ/m³の範囲となり、1999年度の調査と比較して改善傾向を示した。さらに改善するためには、台湾国内の19カ所の市町村の廃棄物焼却施設からのダイオキシンの排出を削減する必要があると考えている。

4) ポルトガル

リスボンとポルトの工業地域における大気中のダイオキシン類濃度(PCDD/PCDF)について調査を行った。ポルト地域では98年から稼働している焼却炉の影響が危惧されていた。この報告では98年6月から04年2月までの期間について測定を行っている。その結果、首都リスボンでは、世界各国の農村地域、すなわち非汚染地域と同等の濃度レベルであることが明らかとなった。一方、ポルトの濃度はリスボンと比較して明らかに4倍は高い濃度となった。ポルトの測定データの77%が0.04～0.4pg-TEQ/m³の範囲となった。他の諸外国と同様、夏場に比べて冬場が圧倒的に濃度が高かった。ポルトでは3～4倍も冬期が高い濃度となった。ここでも、冬期に高い原因は各家庭の木材燃料による暖房と考えられる。PCDD/Fの測定データと同族体パターンを含めたクラスター分析の結果、ポルトでは、2001年1月の冬場は特に、一般廃棄物焼却炉ではなく医療系廃棄物の焼却炉による影響が大きかったことが分かった。2001年はじめに同医療系焼却炉を閉鎖した後、同族体パターン(4塩化フランが増加)も地域のD/F濃度も大幅に改善された。

5) 韓国

京畿道(ソウルを中心とする北部地域)における大気中ダイオキシン類濃度(PCDD/F,Co-PCBs)について測定した。この地域は面積で韓国国土の10%を占め、首都ソウルを含んでいる。また、人口は1千万人(全人口の21%)である。加えて、この地域にはおよそ12,700もの発生源が集中している。PCDD/Fのデータは2001年8月から03年12月の期間測定された。測定網の6地点について平均値が報告されている。季節ごとに測定を行っており、四季のうちで最も濃度が高いのは冬、続いて春、夏、秋の順となる。PCDD/Fは、2001年から2003年にかけて、Suwon(水原市)とAnyang(安養市)では改善されたが、工業都市であるAnsan(安山市)においては悪化の傾向が見られた。Co-PCBの測定は、03年4月から6地点で始められた。Co-PCBの平均濃度は、0.024pg-TEQ/m³。最高濃度は、SiheungとAnsan(始興市と安山市)で観測され、それぞれ0.0443と0.0437pg-TEQ/m³であった。季節的には冬から春が高い濃度を示した。(いずれもWHO-TEQ)

6) 米国

2001年アメリカ合衆国大陸内のNDAMN(National Dioxin Air Monitoring Network)において測定された大気濃度について報告された。この報告は1999～2000年の前回の報告の継続調査結果についてのものである。2001年に農村地域22地点で測定されたPCDD/Fの年間平均値は0.002～0.028pg-TEQ/m³の範囲であった。22地点の全平均値は0.012pg-TEQ/m³。Co-PCBの年間平均値は、0.00015～0.009pg-TEQ/m³の範囲にあり、全平均は0.001であった。D/Fについて、農村部よりさらに遠隔地については、さらに一桁以上低い濃度であった。遠隔地のCo-PCB濃度は、農村部に比べてさらに5倍以上低い濃度であった。Co-PCBについて、遠隔地の8地点の平均は0.00023pg-TEQ/m³であった。遠隔地については、冬場より夏場の方がCo-PCBの濃度が高くなった。これは、気温が高い方が土壌からの揮発分があり大気中の濃度が増加するためと考えられる。

5. 結論

以上、報告された各国の状況と議論を踏まえると、EUの南部諸国(ポルトガルやスペイン)の工業都市や韓国・台湾の工業地域は、日本の全国平均濃度(2003年度0.064pg-TEQ/m³)に比べて依然として高濃度であるが、EUの北部(ドイツ、オーストリア、スウェーデン、オランダ等)やアメリカの諸都市では、平均的な大気中ダイオキシン類濃度が0.01～0.02pg-TEQ/m³で推移しており、日本の大都市と比較してかなり低いレベルに維持されていることがわかった。(表5-1及び図5-1参照)

大気汚染防止法及びダイオキシン特措法に基づく、自治体のダイオキシン類に関する常時監視は、これまでの測定データをみると一定の成果を上げていると言える。しかし、自治体にとって、ダイオ

キシン類の測定分析にかかる費用は依然として大きな負担となっていることを考えると、我が国においても、全国の大気モニタリング地点や検体数の見直しを行うとともに、市民参加による生物指標を活用したモニタリング（クロマツ針葉など）を取り入れるなどにより、柔軟な体制の構築を進めるべき時ではないかと思われる。今後は、現行の環境基準値の妥当性の検証とともに、発生源周のよりきめ細かい監視体制の構築など、多面的な検討を行うことが望まれる。

表 5 - 1 各国の大気中ダイオキシン類濃度

単位：pg-TEQ/m³

国名	地域区分(都市)	濃度
オーストリア	ウィーン	0.014
デンマーク	コペンハーゲン	0.0246
	農村部(北 30km)	0.0231
	農村部(西 30km)	0.0706
スペイン	工業地域	0.14
	都市部	0.11
	農村部	0.028
ポルトガル	ポルト(低濃度時期)	0.04
	ポルト(高濃度時期)	0.4
台湾	低濃度地域	0.062
	高濃度地域	0.13
韓国	水原市(中小都市)	0.28
	安山市(工業都市)	1.23
日本	全国平均	0.063
	千葉県(松葉から推計)	0.066
	中国・九州(松葉から推計)	0.12
	大阪(松葉から推計)	0.29
米国	農村部	0.013

各国とも、大気中ダイオキシン類濃度の効率的なモニタリング方法についての、検討を進めているが、99年度から筆者らが全国7万人以上の市民の協力を得て実施してきた年1回の継続的なクロマツの針葉による長期平均の測定は、極めて有効な方法であり、年に数回実施されるハイボリュームエアサンブラによる大気モニタリングと比較しても十分に実用に耐える有効な能な方法であると考えらる。

大気中ダイオキシン類濃度に関しては、現状に満足することなく、一層欧米都市のレベルに近づくよう、焼却主義からの脱却に向けた施策の転換が必要である。

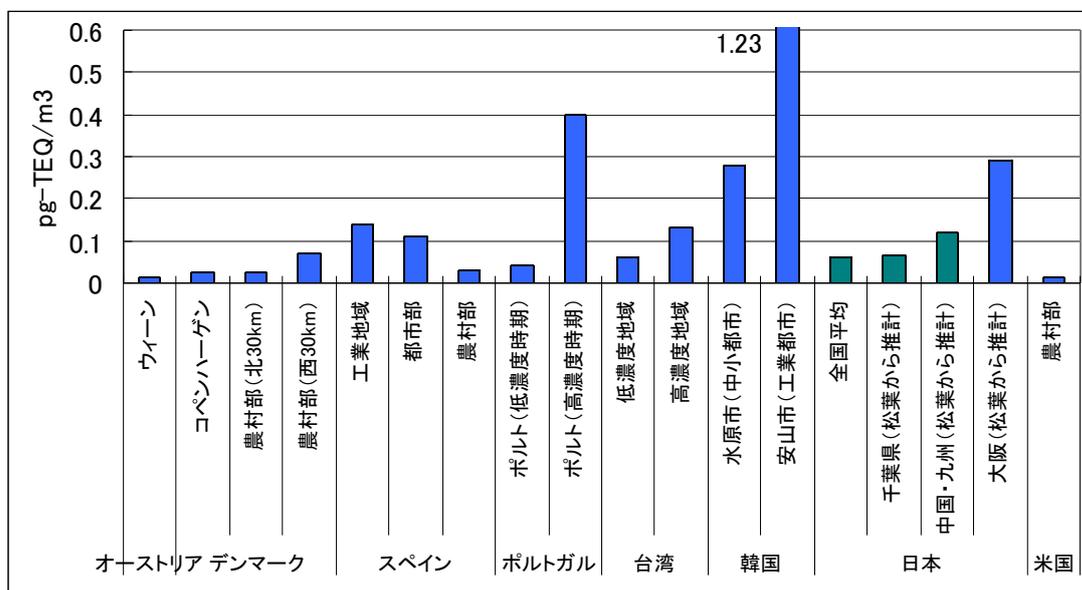


図 5 - 1 日本の大気濃度との比較 (Dioxin2004 発表論文より)

出典：表 5 - 1 ととも、24th International Symposium on Halogenated Environmental Organic Pollutants and POPs, Berlin, 2004.9, Session-7 Atmospheric Levels, Transport and Deposition より作成

参考文献：

1. 平成 15 年度 ダイオキシン類に係る環境調査結果、平成 16 年 9 月、環境省
2. 24th International Symposium on Halogenated Environmental Organic Pollutants and POPs, Berlin, 2004.9,
3. Compilation of EU Dioxin Exposure and Health Data, Task 2 - Environmental Levels, Report produced for European Commission DG Environment UK Dept. of the Environment, Transport and the Regions (DETR), Oct.1999